

PDF hosted at the Radboud Repository of the Radboud University Nijmegen

The following full text is a publisher's version.

For additional information about this publication click this link.

<http://hdl.handle.net/2066/54940>

Please be advised that this information was generated on 2018-07-08 and may be subject to change.

Het organiseren van een buurtfeestje:

De synergie van Cognitiewetenschap, Artificiële Intelligentie en aangrenzende wetenschappen

INAUGURELE REDE DOOR DR. CATHOLIJN M. JONKER

HET ORGANISEREN VAN EEN BUURTFEESTJE:
DE SYNERGIE VAN COGNITIEWETENSCHAP, ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE
EN AANGRENZENDE WETENSCHAPPEN

Het organiseren van een buurtfeestje:

3

De synergie van Cognitiewetenschap, Artificiële Intelligentie en aangrenzende wetenschappen

Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar Artificial Intelligence / Cognitive Science bij het Nijmeegs Instituut voor Cognitie en Informatie aan de Faculteit der Sociale Wetenschappen van de Radboud Universiteit Nijmegen, op vrijdag 8 juli 2005

door dr. Catholijn M. Jonker

Vormgeving en opmaak: Nies en Partners bno, Nijmegen
Drukwerk: Thieme MediaCenter Nijmegen

ISBN 90-9019624-2

© Dr. Catholijn M. Jonker, Nijmegen, 2005

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt middels druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyrighthouder.

Geachte leden van het College van Bestuur, mijnheer de rector magnificus, geachte collega's, familie en vrienden, dames en heren, wat fijn dat u vandaag op mijn feestje bent gekomen. Zoals je vaker hebt met buurtfeestjes, zeker als je die aan het begin van de vakantie organiseert, is niet iedereen er. Dat geeft niet als er maar genoeg zijn. Als uw gastvrouw van vandaag zal ik u aan een aantal burens voorstellen. De andere burens ontmoet u nog wel eens op een ander feestje.

BUURTFEESTJE: EENDRACHT MAAKT MACHT

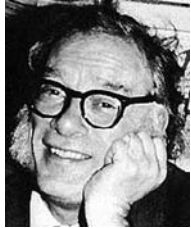
Ik hoop u vandaag te laten zien dat een buurtfeestje in de wetenschap alle karakteristieken heeft van een gewoon buurtfeestje en daar bovenop leidt tot innovatief en productief onderzoek. Een buurtfeestje is een feestje van een bepaalde buurt. Verschillende buurten houden verschillende buurtfeestjes. Vandaag is het feestje georganiseerd door Artificiële Intelligentie (kortweg AI) en Cognitiewetenschap voor de volgende genodigden: AI, Cognitiewetenschap en hun wetenschappelijke burens Economie, Sociale Psychologie, Informatica, Logica, Taalkunde en Psycholinguïstiek.

'Eendracht maakt macht' is een waar gezegde, ook voor onderzoek. Naar mijn idee kenmerkt interdisciplinair onderzoek zich door de volgende eigenschappen:

- De vraagstelling van het onderzoek toont aan dat een antwoord niet binnen één discipline gevonden kan worden, maar alleen door samenwerking tussen verschillende disciplines.
- Het onderzoek vereist dat de methoden en technieken van de verschillende disciplines geïntegreerd ingezet worden.
- Elk van de participerende disciplines ontwikkelt zich verder door dit onderzoek.

De verklaring van de laatste eigenschap ligt in de wisseling van perspectief die het interdisciplinair onderzoek met zich meebrengt. Dit nieuwe perspectief belicht aspecten van de methoden en technieken die in de eigen discipline minder belicht werden. De nieuwe inzichten leiden tot een aanscherping van bestaande en de ontwikkeling van nieuwe methoden op gebieden waar die bestaande methoden niet toereikend zijn. Bovendien raken de participerende wetenschappers bekend met de methoden en technieken van andere disciplines die zij in de eigen discipline kunnen inzetten.

In het vervolg van mijn verhaal geef ik u mijn visie op Artificiële Intelligentie als interdisciplinaire wetenschap. Vervolgens laat ik vanuit die visie de aantrekkingskracht van Cognitiewetenschap zien. Daarmee staat alles gereed om met een voorbeeld van interdisciplinair onderzoek aan de slag te gaan: onderzoek naar onderhandelen en vertrouwen.



Figuur 1.
Isaac Asimov: 'If knowledge can create problems,
it is not through ignorance that we can solve them.'

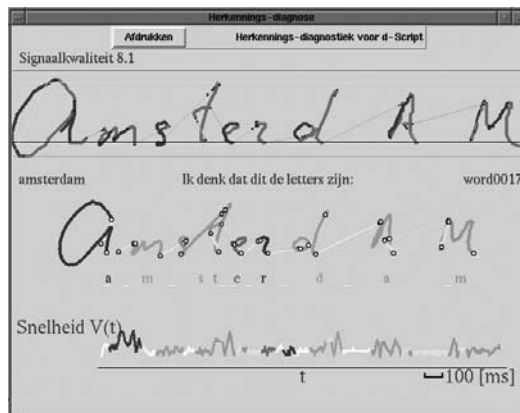
ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE

Verbeteringsdefinitie:

Artificiële Intelligentie is de wetenschap die probeert processen die de mens tot nu toe beter uitvoert door een machine te laten uitvoeren.

Het leuke van deze definitie vind ik dat de onderwerpen daarmee over de tijd veranderen. Rekenen kan als voorbeeld dienen: tot zo'n slordige honderd jaar geleden zou het ontwikkelen van een rekenmachine tot het vakgebied van de Artificiële Intelligentie hebben behoord (als dat vakgebied toen al bestaan had). Inmiddels hoort zelfs het ontwikkelen van een schaakprogramma niet meer tot de uitdagingen van het vakgebied. Onderhandelen hoort daar nog wel bij en daar kom ik straks op terug.

Een ander voorbeeld is patroonherkenning, iets waarin mensen goed zijn en dat voor de computer nog steeds moeilijk is. Bij patroonherkenning worden situaties, objecten en relaties daartussen uit de omgeving of uit gegevensbestanden herkend. Denk daarbij aan patronen zoals gezichten, spraak, gelaatsuitdrukkingen en handschrift, of relaties tussen medische gegevens en een diagnose of persoonsgegevens en de beslissing om een krediet te verstrekken.



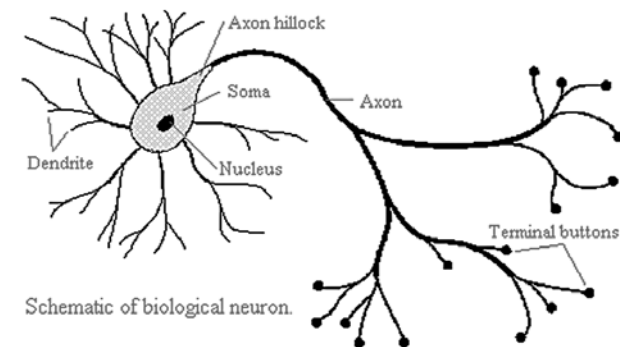
Figuur 2.
Handschriftherkenning
(Dr. L. Vuurpijl)

De divisie Cognitive Artificial Intelligence van het Nijmegen Institute for Cognition and Information (NICI), die mij in haar midden heeft opgenomen, staat al jaren bekend om haar toonaangevend onderzoek op het gebied van handschriftherkenning, maar houdt zich tevens bezig met het herkennen van plaatjes uit beeldbestanden en schrijver-identificatie voor forensische doeleinden. Onze belangrijkste vertegenwoordiger op dit gebied is dr. Louis Vuurpijl, die voortbouwt op het werk van prof. dr. Lambert Schomaker.

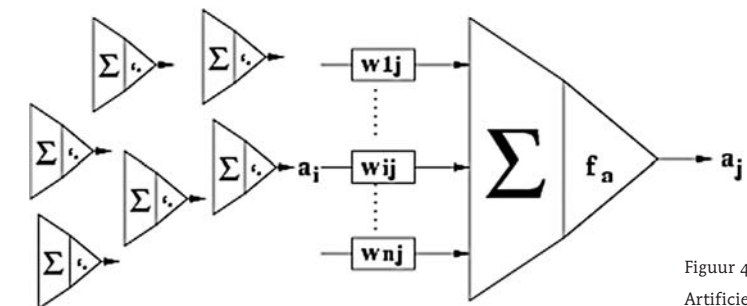
Simulatiedefinitie:

Artificiële Intelligentie is de wetenschap die probeert vormen van natuurlijke intelligentie zo goed te begrijpen dat deze door de computer kunnen worden nagebootst.

Waar het menselijke intelligentie betreft, overlapt deze definitie voor de helft het streven van de cognitiewetenschap.



Figuur 3.
Natuurlijk Neuron



Figuur 4.
Artificieel Neuronaal Netwerk

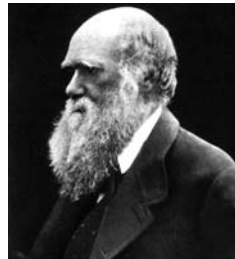
8

Eén van de ideeën waarmee Artificiële Intelligentie bekend is geworden is om de structuur van het brein als uitgangspunt te nemen in het creëren van intelligente software. Dit leidde tot de ontwikkeling van zogenaamde neurale netwerken. Met deze techniek kon software ontwikkeld worden die in staat is om associatieve patronen te leren, iets dat tot dan toe met traditionelere software ontwikkelingstechnieken niet gelukt was.

In de literatuur van de Artificiële Intelligentie valt op dat het begrip natuurlijke intelligentie niet alleen tot menselijke intelligentie beperkt wordt, maar dat ook andere vormen van natuurlijke intelligentie als inspiratiebron dienen. Zo heeft bijvoorbeeld het bestuderen van mieren geleid tot een hausse aan nieuwe technieken die bekend zijn geraakt onder de naam ant-like computing, zie bijvoorbeeld (Parunak & Brueckner, 2000). De algoritmen maken gebruik van artificiële feromonen en worden met succes ingezet in de logistiek.



Figuur 5. Kortere paden vinden



Figuur 6. Charles Darwin

Een andere inspiratiebron is de evolutiebiologie, die leidde tot de ontwikkeling van genetische algoritmen. Het kernidee is van Darwin: 'Survival of the fittest'. In plaats van één oplossing voor een probleem van de grond af op te bouwen, worden de belangrijkste mogelijke karakteristieken van een probleem vastgelegd in artificiële genen van het DNA. De mogelijke waarden die een artificieel gen kan aannemen, beschrijven alle mogelijkheden voor een specifiek deel van de oplossing. Dit gaat op dezelfde manier als een natuurlijk gen voor oogkleur bijvoorbeeld groen, grijs, blauw, of bruin aangeeft. Een mogelijke oplossing voor het probleem, ook wel individu genaamd, wordt dan beschreven door een verzameling van genen. Vervolgens laten we een aantal individuen aan het werk gaan en kiezen we de beste om met elkaar te kruisen. Door op deze manier vele generaties door te rekenen krijgen we vanzelf een aantal sterke oplossingen

voor het oorspronkelijke probleem. Het vinden van een oplossing van een probleem is daarmee vertaald naar een evolutionair algoritme.

Deze en andere voorbeelden van intelligente zoeksystemen worden tegenwoordig samengevat onder de term 'computational intelligence'.

Een beetje andere kijk op intelligentie is het idee van 'embedded embodied cognition'. Centraal hierin staat dat intelligentie niet alleen een functie is van het brein van het individu, maar van het héle lichaam van dat individu en bovendien in relatie met de omgeving van dat individu. Eén van de argumenten is dat het hebben van een voelend lichaam essentieel is voor de ontwikkeling van een mens. Na een aantal keren vallen en rollen vanuit een kruiphouding (achtste maand) is een baby in staat een helling veilig te nemen. Toch hebben ze dan niet het (abstracte) concept helling geleerd, omdat ze met twaalf maanden lopend weer nonchalant de helling af gaan, vallend en rollend. Sommige baby's weigerden in kruiphouding maar gingen wel door in loophouding. De moraal is dat kennis niet abstract, maar gerelateerd aan de handelingsmogelijkheden wordt opgedaan. Zo heeft elke fysieke verandering consequenties voor de persoon die deze verandering ondergaat.

Als we de gedragseffecten van fysieke verandering bij de mens vergelijken met gedragseffecten van fysieke verandering bij de robot, gegeven de huidige staat van de robotica, wordt het idee duidelijker. Als we een robot een arm afnemen functioneert de robot wel anders (waarschijnlijk minder goed), maar het heeft geen verdere consequenties voor de robot. De robot kent geen pijn en het begrip fantoompijn bij het verlies van een ledemaat is nog verder van zijn bed. Evenzo ervaart een robot niet het prettige gevoel van eten als je honger hebt, of van de zon in je gezicht.

Aangezien gevoelens belangrijke drijfveren zijn voor natuurlijk gedrag, zou het dus best wel eens zo kunnen zijn, dat we pas echt in staat zijn om een artificiële intelligentie te creëren als we die intelligentie van een gevoelig lichaam voorzien dat direct reageert op wat de fysieke omgeving heeft te bieden. Op dit gebied is dr. Pim Haselager onze vertegenwoordiger, een onderzoeker die we vanwege zijn uitstekende research vaak delen met Brazilië.

Door de bovenstaande definities van Artificiële Intelligentie met elkaar te vermengen krijgen we een derde manier van kijken naar het vakgebied.

De menselijke factor in software:

Artificiële Intelligentie stelt zich tot doel intelligente software te ontwikkelen die de mens in allerlei aspecten van het leven kan ondersteunen en dat op zo'n manier dat recht is gedaan aan de menselijke manier van functioneren en interacteren.

Dit betekent dat de manier waarop de mens informatie verwerkt van invloed is op het ontwerp van de mens-computer interactie. De divisie Cognitive Artificial Intelligence

9

10

heeft haar sporen verdiend op het gebied van de multimodale interactie, dat wil zeggen het gebruik maken van bijvoorbeeld combinaties van spraak, pen, en toetsenbord om input te geven aan een computerprogramma. De onderzoekers dr. Eduard Hoenkamp, dr. Louis Vuurpijl en dr. Ab de Haan zijn op dit gebied actief.



Figuur 7.

De mens in de machine, de machine in de mens

Intelligente informatiefiltering is een ander voorbeeld van toepassingen die de mens ondersteunen bij zijn werk. De software die in dit kader ontwikkeld wordt, is in staat om voortdurend nieuw beschikbare informatie te filteren volgens de wensen van de gebruiker. De gebruiker hoeft niet regelmatig zelf zoekopdrachten voor nieuwe informatie te formuleren, de software handelt dit zelfstandig af. Psychologische aspecten van taal worden gebruikt bij het formuleren van de zoekopdrachten. Onze vertegenwoordiger op dit gebied is dr. Eduard Hoenkamp.

Het laatste voorbeeld dat ik noem is diagnose. Het stellen van de juiste diagnose gegeven een probleem en een verzameling observaties is notoir moeilijk. In de medische wereld bijvoorbeeld, passen er vele ziekten bij de direct zichtbare ziekteverschijnselen, de éne ziekte met wat meer kans dan de andere. Technieken om meer gegevens te vergaren kunnen onprettig, ingrijpend en gevaarlijk zijn voor de patiënt. Er zijn voorbeelden te over: kijkoperaties, ruggenmergpuncties, bloedonderzoek, beenmergonderzoek, inspanningstesten. Al tientallen jaren werken onderzoekers aan technieken om het stellen van diagnoses te ondersteunen. Nijmegen is toonaangevend in de Probabilistische Netwerken. Deze relatief nieuwe ontwikkeling is een sterke combinatie van kansrekening en netgebaseerde kennisrepresentatie. Probabilistische Netwerken zijn bij uitstek geschikt om diagnostiek te ondersteunen in domeinen waar veel statistische kennis

11

over de mogelijke diagnoses aanwezig is, zoals bijvoorbeeld in de medische wereld. Nijmegen is sterk op dit gebied door de inzet van onder meer prof. dr. Bert Kappen, dr. Peter Lucas en dr. Tom Heskes.

Ik kan me voorstellen dat u zich nu afvraagt onder welke noemer mijn onderzoek valt. Ik zal dat kort houden om straks op het onderhandelen wat uitgebreider in te gaan. In het verleden, toen ik aan de Vrije Universiteit Amsterdam werkte, bestond de hoofdmoot van mijn onderzoek uit het ontwikkelen van methoden en technieken voor het ontwerpen van intelligente multi-agentsystemen. Om de ideeën en de software te toetsen die mijn collega's van de VU en ik ontwikkelden, ontwierpen we zulke systemen ter ondersteuning van individuen en organisaties. Ik noem diagnostische systemen, taak-beheerssystemen, gedistribueerde planningsystemen en onderhandelingsystemen.

In de loop van de tijd is mijn onderzoek meer en meer opgeschoven naar de analyse van redeneren en andere vormen van complexe gedragingen. In grote lijnen kenschets ik mijn onderzoek van de laatste tijd als de analyse en simulatie van de dynamiek van het gedrag van intelligente agenten (menselijk of anderszins) en van de dynamiek van organisaties. Ik probeer die dynamiek te beschrijven in termen van logische eigenschappen op verschillende aggregatieniveaus.



Hoogste aggregatieniveau:
Kolonie vindt kortste paden.



Laagste aggregatieniveau:
Mieren markeren hun pad met
feromonen.

Figuur 8.

Aggregatieniveaus

Ik geef een voorbeeld. Als we kijken naar een kolonie van mieren, dan zien we dat de mieren bij het vinden van een nieuwe voedselbron na enige tijd een korte route tussen bron en nest nemen, ook al was de route in het begin onnodig lang. Dit is een eigenschap van de kolonie als geheel. Je kunt deze eigenschap niet terugvinden in het gedrag van een enkele mier. Het is een eigenschap die opduikt als je naar de kolonie kijkt. Deze emergente eigenschap van de kolonie komt tot stand door de herhaalde interactie van vele mieren met hun omgeving (door het gebruik van feromonen). Hoe zit dat precies? Kun je bewijzen dat de kolonie de kortste weg zal vinden als je weet hoe de mieren zich gedragen in interactie met hun omgeving?

Ik probeer de samenhang tussen de aggregatieniveaus te vinden met behulp van de logica. Daarnaast creëer ik vanuit de eigenschappen van het laagste niveau simulatiemodellen. In het geval van de mieren, betreft dit het gedrag van de individuele mieren en hun interactie met hun omgeving. Ik test of de gevonden samenhang tussen de aggregatieniveaus overeenkomt met het gesimuleerde gedrag en (als dat voor handen is) ook met het gedrag zoals het natuurlijke systeem dat vertoont. Deze vergelijking gebeurt met behulp van speciale software, die mijn collega's van de VU en ik voor dit doel ontwikkelden. Deze manier van werken levert inzicht in het gedrag van het systeem dat bestudeerd wordt en vraagt bovendien om de ontwikkeling van logische talen, logische technieken, en software omgevingen waarmee logische eigenschappen eenvoudig in simulaties om te zetten zijn.

In het kader van het onderzoek naar de dynamiek van complexe systemen werk ik mee aan verschillende projecten. Ik noem het CIM-project dat gaat over incident management, het DEAL-project dat gaat over logistiek, het Illusion-project dat gaat over het bestaan van de vrije wil, het Elliot-project dat gaat over het bestaan van somatische labels en het Dog-cognition-project dat gaat over de semantiek van de lichaamstaal van honden. Bovendien valt een deel van het onderzoek naar onderhandelen en vertrouwen hieronder.

Mijn onderzoek naar onderhandelen valt onder alle definities. Ik probeer niet alleen te begrijpen hoe mensen onderhandelen, maar ook om onderhandelende software te ontwikkelen die beter onderhandelt dan de mens. Dat begint te lukken mits het onderwerp van onderhandeling al tijdens het ontwerp bekend is. Los van deze problematiek is onderhandelen een activiteit die mensen niet zonder meer of zelfs helemaal niet aan computers willen overdragen. Wel wordt steun tijdens de onderhandeling gewaardeerd. Daarom is een extra doelstelling bij dit onderzoek om software te ontwikkelen die de mensen tijdens alle fasen van de onderhandeling kan ondersteunen.

Naast Artificiële Intelligentie als onderzoeksgebied is er ook Artificiële Intelligentie als opleiding. Nijmegen en met name de divisie Cognitive Artificial Intelligence trekt één van deze opleidingen. De opleidingen AI in Nederland doen alle recht aan bovengenoemde doelstellingen en hebben daarnaast elk hun eigen zwaartepunt. In Nijmegen is cognitie het zwaartepunt. In mijn verhaal tot nu toe heb ik geprobeerd AI te profileren als een onderzoeksgebied waarin interdisciplinariteit vanzelfsprekend is. Net zo vanzelfsprekend is het dan ook dat de opleidingen AI facetten belichten van de aangrenzende vakgebieden, te weten: cognitieve psychologie, informatica, neurofysiologie, logica, taalkunde, wiskunde, psycholinguïstiek en filosofie.

Ik zal nu kort iets vertellen over cognitiewetenschap, economie en culturele psychologie. In mijn onderzoek naar onderhandelen heb ik deze wetenschappen nodig.

COGITO ERGO SUM: COGNITIEWETENSCHAP

Cognitiewetenschap is de interdisciplinaire wetenschap die zich bezig houdt met alle aspecten van cognitie. Ik noem hier cognitieve psychologie cognitieve neuro-psychologie en psycholinguïstiek. Computationale modellen spelen een belangrijke rol in de cognitiewetenschap, vandaar dat artificiële intelligentie voor de cognitiewetenschap een belangrijke partner is. Andere methoden die in deze wetenschap worden ingezet zijn statistiek en empirische methoden.

Cognitieve psychologie is de wetenschap die cognitie bestudeert, dat wil zeggen de processen die verondersteld worden ten grondslag te liggen aan gedrag. Hieronder vallen waarnemen, representeren van kennis, redeneren, creativiteit, problemen oplossen, geheugen en het gebruik van taal. Anders dan bijvoorbeeld het behaviorisme, gaat cognitieve psychologie uit van het bestaan van interne mentale toestanden, zoals geloof, wensen en motivaties.

Cognitieve neuropsychologie houdt zich bezig met patronen van uitvoering van cognitieve taken in patiënten met een hersenbeschadiging. Zij bepaalt welke aspecten van cognitie nog intact zijn, en welke beschadigd. Dit onderzoek is essentieel voor de validatie van cognitieve theorieën opgesteld in de cognitieve psychologie.

Psycholinguïstiek bestudeert de cognitieve processen die mensen in staat stellen om taal te kunnen verwerven, taal te gebruiken en te begrijpen. Het gaat dus om de processen die ten grondslag liggen aan lezen, schrijven, spreken, luisteren en het leren van een taal. Hierbij worden experimentele technieken uit de cognitieve psychologie en de cognitieve neurowetenschappen gebruikt.

OP DE MARKT IS UW GULDEN EEN DAALDER WAARD: ECONOMIE

De kortste definitie van economie die ik kon vinden is deze: economie is de wetenschap van de schaarste, ofwel hoe schaarse goederen en diensten worden verdeeld over wedijverende belanghebbenden. De belanghebbenden kunnen individuen zijn, bedrijven, en overheden. Economie als wetenschap behelst de analyse van productie, verdeling, handel en consumptie van goederen en diensten.

Handel is de ruil van goederen of diensten voor andere goederen of diensten. Voordat zo'n ruil kan worden uitgevoerd, moet eerst overeenstemming worden bereikt over wat er precies tegen wat wordt geruild. Het bereiken van zo'n verdeling is precies wat onderhandelen inhoudt.

Eén aspect is het verklaren van de gevolgen van verschillende keuzen op grond van een verzameling aannames of op grond van een verzameling observaties. Een ander aspect is het voorschrijven dat een bepaalde maatregel moet worden genomen.

De verklarende kant van de economie heeft geleid tot het vakgebied genaamd agent-gebaseerde computationale economie, kortweg ACE genoemd. ACE modelleert de economie als evoluerende multi-agentsystemen. Het globale gedrag van deze systemen

14

komt voort uit het gedrag van agenten en uit de interacties tussen deze agenten. Een verklaring van het globale gedrag wordt daarmee gevonden in de gedragingen op een lager aggregatieniveau.

ACE stelt zich ten doel te begrijpen waarom in gedecentraliseerde markt-economieën bepaalde globale regelmatigheden ontstaan en blijven bestaan, ondanks de afwezigheid van maatregelen die van bovenaf zijn opgelegd. Handelsnetwerken zijn voorbeelden van zulke regelmatigheden. De uitdaging is om op een constructieve manier te laten zien hoe deze regelmatigheden kunnen ontstaan door de herhaalde interactie van autonome agenten die ieder voor zich handelen in hun eigen belang.

ACE maakt het bovendien mogelijk om de effecten van allerlei maatregelen die van boven af worden opgelegd te bestuderen in een gesimuleerde omgeving. Wat zijn de effecten op het gedrag van de individuen? Wat zijn de maatschappelijke consequenties, bijvoorbeeld voor de algemene welstand?

De vakgebieden agent-technologie en evolutionaire algoritmen worden gezien als deel van de artificiële intelligentie. Daarmee heb ik aangetoond dat agent-gebaseerde computationele economie zelf een interdisciplinaire wetenschap is die bovendien een naaste buur is van AI en dus aanwezig op ons buurtfeestje.

CULTURELE PSYCHOLOGIE

Hofstede (2004) hanteert als definitie van cultuur: de collectieve programmering van de geest die één groep of categorie van mensen onderscheidt van een andere.

Culturele psychologie is de wetenschappelijke studie van de relatie tussen de menselijke natuur en de menselijke psyche.

Mensen van verschillende culturen hebben verschillende gewoonten, normen en waarden die bepalen hoe men met elkaar om gaat. Zodra mensen van verschillende culturen met elkaar omgaan leidt dat tot zogenaamde culturele botsingen. Oppervlakkig gezien zou je kunnen denken dat om dit soort botsingen te voorkomen, het voldoende is om kennis te nemen van de mores van die andere cultuur. Dit is niet correct. Cultuurverschillen zitten veel dieper dan alleen de omgangsregels. De cultuur waarin een mens opgroeit, beïnvloedt de wijze waarop hij/zij de wereld waarneemt en de beslissingen die hij/zij neemt. Het onderzoek van (Hofstede & McCrae, 2004; Hofstede & Hofstede, 2005) laat zien welke aspecten van onze waarden aan culturele invloeden onderhevig zijn.

Een eenvoudig voorbeeld is het verschil in buurtfeestjes zoals die in Nederland en in Duitsland gebruikelijk zijn. In Nederland staan de gasten en drinken ze, in Duitsland zitten de gasten aan tafel en eten ze. In Nederland moet je kunnen lopen en steeds met verschillende mensen praten. In Duitsland is stabiliteit van het bestaande contact belangrijker.

15

Ook bij onderhandelingen speelt cultuur een rol. In landen waar men meer op de lange termijn gericht is dan op de korte termijn neemt men de tijd om de ander eerst beter te leren kennen. Pas als er een relatie is ontstaan waarvan beide partijen het belang zien voor de lange termijn worden er zaken gedaan. De zaken van het moment zijn van ondergeschikt belang aan het lange termijn belang. China is een land met een cultuur waarin de lange termijn belangrijk is. In Marokko staat het korte termijn belang voorop. Nederland is in verhouding met China en Marokko een land van de middellange termijn.

ONDERHANDELEN: KUNST EN WETENSCHAP

Onderhandelen doen we altijd, overal, met iedereen (zelfs met onszelf). Ik geef een paar voorbeelden om een eerste indruk te krijgen van het thema.

Onderhandelingen over CAO's zijn aan de orde van de dag. De belangen hierbij zijn groot, de tegenstellingen ook. Gelukkig is er meestal ook voldoende gezamenlijk belang om tot een deal te komen. Ook al zijn er veel mensen bij betrokken, over het algemeen zijn er maar twee partijen: de werkgevers en de werknemers. De werknemers worden al dan niet vertegenwoordigd door vakbonden.



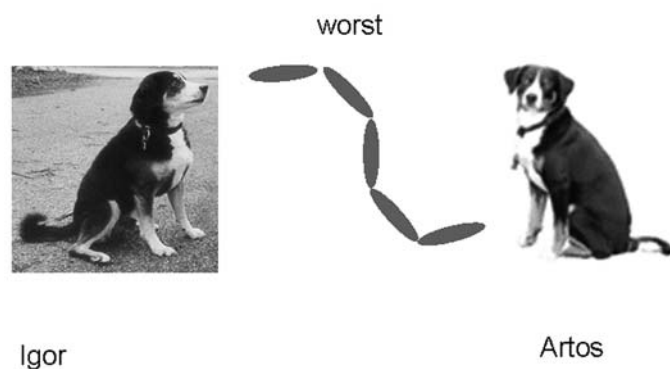
Figuur 9.
Onderhandelen: voldoende belang?

Onderhandelingen hebben alleen zin als de betrokken partijen voldoende belang hebben bij een deal.

De regelmatig terugkerende klimaatonderhandelingen zijn een goed voorbeeld van onderhandelingen die alleen dan echt succesvol zijn als voldoende van de betrokken partijen bereid zijn hun uitstoot van klimaatverstorende stoffen te minderen.

Onderhandelen is niet alleen iets dat bij grote maatschappelijke belangen naar voren komt; het is een alledaagse bezigheid op alle niveaus; ook binnen het gezin. Bovendien is onderhandelen niet iets van de laatste tijd, maar van alle tijden. Het eerste voorbeeld van onderhandelen waarvan ik als kind hoorde is 'handje-klap' zoals dat op de veemarkten gebruikelijk was en is.

Er zijn allerlei typen onderhandelingen. De belangrijkste typen onderscheiden zich in het aantal partijen dat aan de onderhandelingen deelneemt, of er gebruik wordt gemaakt van een bemiddelaar, hoeveel informatie over de verschillende belangen er wordt uitgewisseld, en hoeveel issues er in de onderhandeling besproken moeten worden. Ik geef voorbeelden van drie typen.



Figuur 10.
Eén tegen één onderhandelen

Eén tegen één over één onderwerp:

In dit type zijn er twee partijen die samen over één issue onderhandelen. De belangen liggen over het algemeen behoorlijk tegengesteld. Natuurlijk kan er vaak een compromis gesloten worden door het issue te verdelen.

Eén tegen meerdere over één onderwerp:

Veilingen zijn voorbeelden van dit type. Er is één voorwerp en één veilingmeester. De aanwezigen kunnen tegen elkaar op bieden om het object te verkrijgen.

Meerdere partijen over meerdere onderwerpen:

Het verdelen van een erfenis is van dit type.



Figuur 11. Het verdelen van de erfenis (illustratie: Maan Leeuwenberg)

Afgezien van hoeveel partijen er bij de onderhandeling een rol spelen, en over welke onderwerpen de onderhandeling gevoerd moet worden, zijn er andere aspecten die van belang zijn. Bestudering van de tot nu toe besproken voorbeelden levert onder meer de volgende vragen op:

- Welke belangen spelen een rol?
- Welke belangen worden open op tafel gelegd?
- Welke belangen zijn vermoedelijk verborgen?
- Welke emoties spelen een rol? Waarbij moet worden bedacht dat de emoties per cultuur van duidelijk verschillende ervaringen af kunnen hangen.
- Hoeveel ervaring hebben de partijen?
- In welke netwerken verkeren de partijen?

Voor de onderzoeker, maar ook voor iedere deelnemende partij is het beantwoorden van bovengenoemde vragen van belang om inzicht te krijgen in de aspecten die een rol kunnen spelen tijdens de onderhandeling. De vragen dienen vanuit alle perspectieven beantwoord te worden. Daarnaast moet nog gekeken worden naar de onderlinge relaties tussen de partijen:

- Is dit een puur zakelijk contact? Eenmalig of herhaald?
- Zijn er vriendschapsbanden, familiebanden, of vijandigheden bekend?
- Hebben de partijen al eerder met elkaar onderhandeld? Over het zelfde onderwerp? Hoe is dat toen verlopen?
- Rust er een taboe op het onderwerp?
- Zijn er machtsverschillen tussen de partijen? ouder – kind, baas – medewerker, man – vrouw, gezaghebbende – verzoekende, kleurling – blanke?
- Overlappen de netwerken waaruit de verschillende partijen komen? Kan dat tijdens of na de onderhandelingen een rol spelen?

Op grond van deze overwegingen kunnen we onze analyse van onderhandelingen naar een hoger plan trekken. Blijkbaar heb je in onderhandelingen te maken met allerlei vormen van onvolledige en onzekere informatie, en kunnen emoties een grote rol spelen. De onderhandeling kan niet bekeken worden als op zich zelf staand. Het verleden, de onderlinge verstandhoudingen en de machtsstructuren die elke partij om zich heen verzameld heeft kunnen een wezenlijke rol spelen tijdens de onderhandeling. Alle bovenstaande aspecten kunnen meegenomen worden in de tactische en strategische overwegingen van de spelers. Daarnaast is de goede onderhandelaar zich bewust van de culturele achtergrond van de belanghebbenden. Daarvoor is het handig om te denken in termen van de vijf dimensies van cultuur zoals opgesteld door Geert Hofstede (zie bijvoorbeeld (Hofstede & McCrae, 2004; Hofstede & Hofstede 2005).

De net gegeven inleiding op onderhandelen laat zien dat er bij de studie naar onderhandelen veel verschillende vragen de revue passeren. Mijn stelling is dat voor het beantwoorden van die vragen het verstandig is om interdisciplinair te werken: dit zal betere antwoorden opleveren en bovendien elk van de betrokken disciplines verder helpen. Laten we eerst eens nagaan welke disciplines een rol spelen bij de bestudering van onderhandelen:

Artificiële Intelligentie:

- Beter en sneller dan de mens
- Simuleren van het menselijk onderhandelen
- De mens ondersteunen bij onderhandelingen

Alle punten onderstrepen dat we daarvoor moeten begrijpen hoe mensen onderhandelen. Kortom, we zullen onderhandelingen vanuit een cognitief perspectief moeten bekijken.

Dus Cognitiewetenschappen:

- Cognitieve Psychologie: welke waarnemingen gebruikt de mens bij het onderhandelen, hoe verloopt zijn denk- en beslissingsproces?
- Persoonlijkheidspsychologie: Wat is de rol van emoties? Van welke invloed zijn persoonlijkheidskenmerken?
- Neurofysiologie: welke delen van de hersenen zijn er bij betrokken en waarom? Wat is de invloed van emoties hierop?
- Psycholinguïstiek: hoe weet de mens de concepten te identificeren die bij de onderhandelingen een rol spelen, welke taalmiddelen gebruikt hij, welke taalmiddelen hebben op hem welk effect? Zijn emoties te identificeren in de communicatie?

Onderhandelingen staan nooit op zichzelf. Ze vinden altijd plaats in een bepaalde sociale setting waarin één of meerdere culturen een rol spelen.

Dus Culturele psychologie:

De initiële mate van vertrouwen die een mens heeft, en misschien ook wel de ontwikkeling van zijn/haar vertrouwen in anderen is afhankelijk van zijn/haar culturele achtergrond. Onder welke omstandigheden begin ik überhaupt aan een onderhandeling? Niet alleen de vraag naar het vertrouwen dat de één in de ander heeft is van belang, maar ook de betrouwbaarheid van beide partijen is belangrijk. Onder welke omstandigheden zullen de spelers proberen elkaar te bedotten? In een masculiene cultuur waarin assertiviteit en competitie gebruikelijk zijn, wordt er ruwweg gezegd bedot tenzij bedrog gestraft wordt. Op welke manier benaderen de belanghebbenden de onderhandeling? In een cultuur waarin grote machtsverschillen heel normaal zijn, wordt tussen de rangen nauwelijks onderhandeld. In westerse landen waarin de machtsafstanden relatief kort zijn, zoals bijvoorbeeld in Nederland, onderhandelen we met kleine kinderen (als je ten minste drie hapjes neemt, mag je straks een toetje) en zelfs met onze huisdieren. Zo zijn er nog andere culturele invloeden op onderhandelingen.

Onderhandelingen staan nooit op zichzelf. Ze vinden altijd plaats in een bepaalde economische situatie.



Figuur 12.
H. Raiffa, foto van Richard A. Chase

Dus Economie:

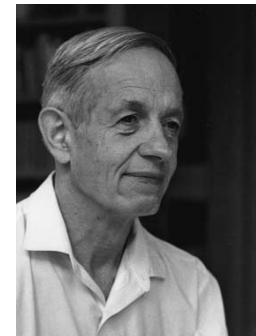
Hoe is de marktconditie? Is de prijs-productie relatie redelijk stabiel, of onderhevig aan heftige veranderingen? Welke andere opties zijn er? Welke maatregelen zijn er van overheidswege uitgevaardigd om het proces te reguleren? Welke elementen van netwerk-economie zijn van belang? Welke speltheoretische analyses zijn er al van een vergelijkbare onderhandeling gemaakt? Op welke mate van rationaliteit zijn die analyses gebaseerd? Beperkte rationaliteit houdt in dat spelers slechts beperkte kennis, informatie, of redeneercapaciteiten hebben.

Wat is eigenlijk een 'goede' onderhandeling? Betekent goed, goed voor de één, goed voor de ander, of goed voor beide partijen? Deze laatste gedachten komen voor een groot deel voort uit mijn eigen achtergrond, namelijk een westerse cultuur. In Oost-Azië bijvoorbeeld is het veel belangrijker dat het onderhandelingsproces goed is verlopen; dat er bijvoorbeeld goed afgedongen is.

Vanuit de economie kun je nog verder denken naar allerlei wetenschappen, zoals rechten, bedrijfskunde en politicologie. Daar ga ik vandaag niet verder op in.

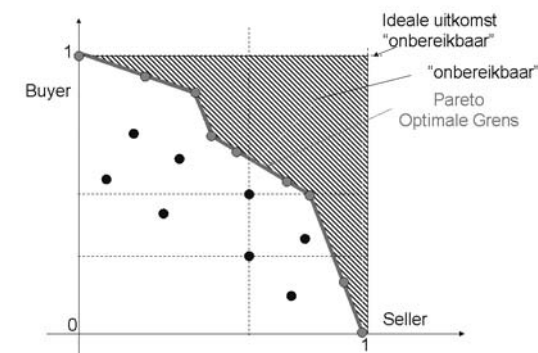
In de bovenstaande opsomming van relevante wetenschappen voor het thema onderhandelen komen concepten naar voren die lastig te vangen zijn in een wiskundig, formeel raamwerk. Ik denk hierbij aan begrippen als vertrouwen, risicohouding, en betrouwbaarheid. Hoe combineer ik als expert in het maken van analytische en simulatiemodellen dit soort begrippen met standaard economische concepten? Vanuit de AI gezien heb ik trouwens nog een aantal andere fundamentele problemen. Als ik een programma wil maken dat mensen ondersteunt bij willekeurige onderhandelingen, dan moet dat programma in staat zijn om een conceptualisatie te maken van de onderwerpen die tijdens de onderhandeling een rol zullen spelen. Bovendien moet het programma ergens de domeinkennis vandaan halen om de relaties tussen die concepten te kunnen vaststellen. Als klein voorbeeldje het volgende: ieder van u weet dat ik aan een fiets zonder banden weinig heb, maar dat een fiets zonder licht of bel prima bruikbaar kan zijn. Hoe moet een computer dat weten? Ook dit soort problematiek kan een AI-er niet alleen oplossen. Hierbij is onder andere de hulp van taalkundigen een vereiste. Bovendien zal op automatische wijze toegang moeten worden verkregen tot bestanden

met de voor elke specifieke onderhandeling benodigde achtergrondkennis. Voor dit laatste probleem kijk ik met belangstelling en verwachting naar de ontwikkeling van het Semantisch Web. Maar laten we eens kijken hoever we komen als we dit laatste probleem in de koelkast bewaren.



Figuur 13.
John Nash, foto van het Office of Communications,
Princeton University

Door een combinatie te maken van wiskundige en speltheoretische, rationele beginselen vanuit de economie is het mogelijk om de uitkomst van een onderhandeling te analyseren ten opzichte van de preferenties voor de verschillende aspecten van het onderwerp van de onderhandeling zoals de betrokken partijen die ieder voor zich vaststellen. Een grondlegger op dit gebied is John Nash.



Figuur 14. Hoe goed is een onderhandelingsuitkomst?

Idealiter komen de partners tot een oplossing die Pareto-optimaal is. Dat wil zeggen dat er geen oplossing bestaat die voor minstens één van beiden beter is zonder voor één van beiden slechter te zijn. Daartoe worden alle mogelijke uitkomsten van de onderhandeling door middel van een aantal functies beoordeeld. Elke deelnemende partij heeft een eigen functie die aan de uitkomst een cijfer tussen de 0 en de 1 uitdeelt. Deze functies hangen direct af van de preferenties die de partij heeft voor verschillende aspecten van het onderwerp van de onderhandeling. Het voert te ver om nu precies te laten zien hoe je zo'n functie opstelt, maar de geïnteresseerde lezer vindt de benodigde verwijzingen daarvoor bij de literatuurverwijzingen behorende bij deze rede. Hoe dan ook: stel dat we te maken hebben met een onderhandeling met twee partijen, die we voor het gemak maar even koper en verkoper noemen. Dan krijg je dus voor elke mogelijke uitkomst een punt in het vlak. Kijkend naar de punten in het vlak valt op dat voor sommige punten er andere punten zijn die voor beide partijen beter zijn. De betere punten zijn de punten die zowel boven als rechts van de te verbeteren punten liggen. De niet te verbeteren punten noemen we Pareto-optimaal.

Interessant genoeg is het theoretisch volkomen duidelijk welke uitkomsten Pareto-optimaal zijn en zelfs welke uitkomsten zowel Pareto-optimaal als voor beide partijen zo eerlijk mogelijk zijn. Die uitkomsten kunnen echter alleen berekend worden als de onderhandelaars volkomen eerlijk hun preferenties op tafel zouden leggen. Helaas is dit typisch iets wat mensen niet willen. Daar zijn verschillende redenen voor. Soms zijn we niet geïnteresseerd in een eerlijke uitkomst, maar alleen in ons eigenbelang. Verder is er het risico dat de ander op de een of andere manier misbruik weet te maken van de informatie die ik hem geef. Hoe dan ook, we hebben in realistische situaties te maken met partijen die elkaar niet open inlichten over hun preferenties en waarin dus een optimale oplossing niet op voorhand kan worden berekend. De kunst van het onderhandelen is in zulke situaties om zo dicht mogelijk bij een optimale oplossing te komen.

Een ander probleem aan de analytische aanpak is dat mensen tijdens de onderhandeling hun profiel aanpassen. Als we mensen dus goed willen vertegenwoordigen of ondersteunen bij onderhandelingen zullen we moeten begrijpen hoe en wanneer mensen hun profiel aanpassen.

In mijn onderzoek ontwikkel ik software agenten die proberen zo dicht mogelijk bij een optimale onderhandeling uit te komen ook al zijn de profielen van de andere partijen niet of niet volledig bekend. Het aanpassen van de profielen tijdens de onderhandelingen hebben we nog niet meegenomen; dat komt in toekomstig onderzoek. Evengoed zijn de eerste resultaten veelbelovend. Het wordt steeds moeilijker voor mense-lijke onderhandelaars om beter te presteren dan de software agent. Zou een mens bereid zijn om een onderhandeling over te laten aan een software agent, net zoals we

het rekenwerk graag overlaten aan een rekenmachine? Een enquête onder beginnende studenten gaf verrassende resultaten. Een deel van de studenten gaf aan daar alleen voor te kiezen als het om onbelangrijke zaken zou gaan, maar dat men voor zoiets als een auto liever zelf zou onderhandelen. Het andere deel van de studenten gaf precies het omgekeerde aan. Voor belangrijke zaken zoals een auto zouden deze studenten graag gebruik maken van een software agent, maar voor onbelangrijke zaken dachten ze het wel zelf af te kunnen. Is de ene groep te zelfverzekerd, de andere te onzeker? Om hier zicht op te krijgen zullen we in ons onderzoek dus rekening moeten houden met de persoonlijkheidskenmerken van onze proefpersonen. Welke rol spelen emoties tijdens het onderhandelingsproces?

EMOTIES IN ONDERHANDELEN

Een Amerikaans onderzoek liet zien dat emoties mensen in de weg kunnen zitten bij onderhandelingen. In één groep liet men mensen tegen elkaar onderhandelen over de indeling, temperatuur, vochtigheid en licht van een ruimte die tussen een bloemenwinkel en een cafeetje verdeeld moest worden. In een andere groep waren deze gegevens gemathematiseerd tot variabelen x , y , z waarbij men zich geen voorstelling kon maken. In de eerste groep liepen de gemoederen hoog op, duurden de onderhandelingen langer en waren de resultaten voor alle onderhandelingspartners slechter dan in de tweede groep. Bovendien verliepen de onderhandeling in de tweede groep in *pais en vree*. Dit onderzoek toont aan dat het inzetten van niet-te-emotioneren software agenten bij onderhandelingen nuttig kan zijn.

In mijn onderzoek bestudeer ik verschillende opties. De mens kan er voor kiezen om de software agent voor zich te laten onderhandelen, maar hij kan er ook voor kiezen om zich door een software agent te laten adviseren of zelfs te trainen.

Ter afsluiting nog even iets over de huizenhandel van de laatste tijd die ik vanwege het aanvaarden van deze positie moet voeren. Wetend dat ik zelf geëmotioneerd zou kunnen raken, heb ik er voor gekozen om mij door makelaars te laten vertegenwoordigen. In de toekomst hoop ik me in zulk soort situaties door mijn eigen software te kunnen laten adviseren.

SAMENWERKINGEN

Binnen de Radboud Universiteit hoop ik aansluiting te vinden bij collega's in de Faculteit Sociale Wetenschappen en de Faculteit der Natuurkunde, Wiskunde en Informatica. Bovendien hoop ik daarbij een brug te kunnen slaan naar mijn collega's van de Vrije Universiteit Amsterdam. De eerste projecten zijn veelbelovend. Samen met prof. dr. Theo van der Weide, prof. dr. Erik Proper, dr. Stijn Hoppenbrouwers, prof. dr. Herbert Schriefers en Dmitry Thykonov werk ik aan de conceptualisatie tijdens voor-

onderhandelingen. Prof. dr. Herman Kolk, prof. dr. Jan Treur, dr. Pim Haselager, dr. Ardi Roelofs, Egon van de Broek en Tibor Bosse buigen zich met mij over de begrippen somatic marker en de illusie van de vrije wil.

Mijn onderzoekslijn op het gebied van organisatie dynamiek zal ik in de komende tijd doorzetten. Ik noem de collega's van de Vrije Universiteit, van de afdeling Agent Systems Research onder leiding van prof. dr. Jan Treur, de collega's van ForceVision onder leiding van Rob Duel, de partners van de Senter projecten CIM en DEAL, te weten het CWI met prof. dr. Han la Poutré en dr. Tomas Klos, Almende met Hans Abbink, Jan Peter Larssen en Peet van Tooren, TU Delft met dr. Cees Witteveen, CMO-TIONS met prof. dr. Ton Kuylen en Marianne Verhaegen, Falck met Ron Knaap, Vos Logistics en PostKogeko.

Ook de onderzoekslijn naar hondencognitie zal ik doorzetten met Arjen van Alphen, Tibor Bosse en Francien Koeman. Bovendien hoop ik dat Ildiko Frank en dr. Paul Timmermans ook in de toekomst het onderzoek willen ondersteunen.

Natuurlijk zal ik het onderzoek naar onderhandelen en vertrouwen verder uitbouwen. Naast de mensen die nu al meedoen, Sebastiaan Meijer, Dmytro Tykhonov en Tim Verwaart, hopen we dat dr. Gert-Jan Hofstede het culturele perspectief samen met ons zal belichten.

De Jonge Akademie heeft me in korte tijd veel nieuwe vrienden geleverd met wie het fantastisch is om na te denken over interdisciplinariteit, wetenschapsbeleid en wetenschap en maatschappij. We hebben nu veertig leden, ik zal ze niet allemaal opnoemen, maar ik wil wel de leden van het bestuur noemen: Marjolein van Asselt, Hester Bijl en Bas ter Haar Romeny.

Naast samenwerking in het onderzoek zijn er ook onderwijsprojecten opgestart op de gebieden cognitie en informatiewetenschappen. Als divisie Cognitieve Artificiële Intelligentie proberen wij met de collega's van de opleidingen Informatica, Cognitieve Psychologie, Informatiekunde, en Cognitive Neuroscience de onderlinge banden en de positie van de Radboud Universiteit op deze onderwijsgebieden te versterken. Dr. Paul Kamsteeg, studiecoördinator van de opleiding Artificiële Intelligentie speelt bij deze onderhandelingen een hoofdrol.

DANKWOORD

Ik sluit af met woorden van dank. Ten eerste dank ik de staf van het NICI en met name de Cognitive Artificial Intelligence divisie van harte voor het warme welkom! Dat zelfde geldt ook voor de studenten van de opleiding Kunstmatige Intelligentie en met name de studenten van de studievereniging CognAC! Jullie vormen voor mij de grootste motivatie voor mijn werk. Ik verheug me op de samenwerking in de komende jaren.

Ten tweede wil ik mijn promotoren en co-promotoren in het zonnetje zetten: prof. dr. Dirk van Dalen, prof. dr. Jan van Leeuwen, prof. dr. Gerard Renardel en dr. Cees Witteveen. Een speciaal woord van dank aan Cees. Cees, jouw team spirit en ruimhartigheid zal ik nooit vergeten. Je hebt me in een moeilijke periode van mijn promotietraject plezier in onderzoek gegeven waar zelfvertrouwen uit kon groeien.

Ik houd nog even de lijn van het werk vast. Ik heb het geluk dat ik gedurende mijn werk vele vrienden heb gemaakt en van nog meer mensen veel heb kunnen leren. In dit kader neemt prof. dr. Jan Treur voor mij een bijzondere positie in. Lieve Jan, je bent niet alleen een fantastische leermeester voor me geweest die me alle kansen heeft gegeven om mezelf te ontplooiën, maar je hebt je ook een waardevolle vriend getoond. Als geen ander weet je me in moeilijke perioden duidelijk te maken dat ik de lat weer eens te hoog leg. Bovendien moet ik als vrouw met een glimlach toegeven dat juist jij me er nog al eens op hebt moeten wijzen dat sommige problematiek uit de oude man-vrouw verhoudingen zouden kunnen voorkomen. Daarnaast noem ik prof. dr. Frances Brazier. Frances, in de beta-wereld waarin we een groot deel van onze tijd doorbrengen was jij voor mij een voorbeeld en een rustpunt.

Tijd voor familie en vrienden. Tijd voor jullie is iets dat ik de laatste tijd slechts met moeite weet te vinden. Ik beloof beterschap, ... op termijn. Zonder familie en vrienden vaart niemand wel.

Als er nu één persoon is die het mogelijk heeft gemaakt dat ik hier sta dan is het mijn moeder dr. Ineke de Putter. Lieve mam, al van jongs af aan stimuleerde je mijn wetenschappelijke interesse en mijn ambitie. Van jou heb ik geleerd de lat hoog te leggen en verantwoordelijkheid te nemen en te dragen voor de keuzes die ik maak. We hebben altijd veel liefde en leed gedeeld, waarbij onzer beide promotietrajecten zeker genoemd mogen worden!

Natuurlijk dank ik ook de rest van ons gezin: Gerard, Maaïke, Jan Peter, en Gerard Dirk Jonker. Lieve pap, Maaïke, Jan Peter en Gert, aan jullie allemaal dank voor de wetenschap dat ik altijd een beroep op jullie mag doen. Onderhandelen is niet nodig!

Kenpo, ofwel een veredelde vorm van Amerikaans straatvechten, heeft me geholpen en helpt me nog steeds om met zowel verbale als lichamelijke agressie om te gaan. Daarnaast is het een fantastische manier om fit te blijven. Hans Hesselmann en Manon Aben zijn mijn leermeesters. Hans, Manon: dank!

Je leert jezelf beter kennen als je door de ogen van een ander naar jezelf kijkt. Hierbij zijn je vijanden misschien wel net zo belangrijk als je vrienden. Nog interessanter wordt het als je door de ogen van een niet-menselijke intelligentie naar jezelf kunt kijken. Nee, niet weer meer over kunstmatige intelligentie. Ik bedoel nu honden, meer specifiek mijn eigen honden, waarvan jullie praktisch allemaal de huidige kennen: Artos. Ik heb

veel over mezelf geleerd van Artos. Daar hadden Artos en ik wel hulp bij nodig en die vonden we bij Arjen van Alpen en Francien Koeman. Dank alledrie!

Hoewel ik nog graag een tijdje doorga om al mijn vrienden en familie te noemen, doe ik dat niet. Ik noem graag nog (natuurlijk netjes in alfabetische volgorde) Manon Aben, Arjen van Alpen, Didi Borkus, Hans Hesselman, Francien Koeman, Judith Offringa, Marja van de Pol, Annalies Tammes, Corinne Veraart, Frederike Veraart, Sonja van de Wereld, Ingrid Wage, en Carla van Wees.

Ik dank het College van Bestuur van de Radboud Universiteit voor het in mij gestelde vertrouwen. Ik ben zeer erkentelijk voor de goede samenwerking en sfeer binnen de divisie Cognitive Artificial Intelligence en binnen het hele NICI waarvan wij deel uitmaken. Ik verheug me op de vruchtbare voortzetting hiervan.

Tenslotte dank ik u allen hier aanwezig. Uw aandacht en aanwezigheid zijn mij waardevol.

Ik heb gezegd.

LITERATUUR

- Alphen, A. van, Bosse, T., Frank, I., Jonker, C.M., and Koeman, F., (2005). Paw Preference Correlates to Task Performance in Dogs. In: *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, CogSci'05. To appear.
- Axelrod, R. (1995). *The complexity of cooperation: agent-based models of conflict and cooperation*. Princeton University Press.
- Damasio, A.R. (1994, 1995). *Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain*, Grosset/Putnam, New York, 1994; Hayrer Collins, New York, 1995.
- Damasio, A.R. (1999, 2000): *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness*, Harcourt Brace, New York.
- Eysenck, M.W., and Keane, M.T. (1990). *Cognitive psychology, a student's handbook*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Hoenkamp, E. C. M., & Van Vugt, H. C. (2001). The influence of recall feedback in information retrieval on user satisfaction and user behavior. In: *Proceedings of the 23rd Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 2001, 423-428.
- Hofstede, G., and McCrae, R.R. (2004). Personality and Culture Revisited: Linking Traits and Dimensions of Culture. In: *Cross-Culture Research*, Vol. 38, No 1., Februari 2004, pp. 52 – 88.
- Hofstede, G. & Hofstede, G.J. (2005). *Cultures and Organizations: Software of the Mind*. Third Millennium Edition. New York: McGraw-Hill.
- Haselager, W.F.G., de Groot, A.D., & van Rappard, J.F.H. (2003). Representationalism versus anti-representationalism: a debate for the sake of appearance. In: *Philosophical Psychology*, 16(1), 5-23.
- Holland, J. (1992). *Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. Second edition. MIT Press/Bradford Books, Cambridge, MA.
- Hoenkamp, E. C. M. (2003). Unitary operators on the document space. In: *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54 (4), 314-320.
- Jonker, C.M., and Robu, V., Automated Multi-Attribute Negotiation with Efficient Use of Incomplete Preference Information. In: *Proceedings of the Third International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, AAMAS'04*. IEEE Computer Society Press, 2004, pp. 1056--1063.
- Langton, C. (1989). *Artificial Life*. Addison-Wesley, Redwood City, California.
- Nash, J.F., (1950). Equilibrium points in N-Person Games, In: *Proceedings of NAS*, Vol. 36, pp. 48 – 49.
- Nash, J.F., (1953). Two-Person Cooperative Games, *Econometrica*, Vol. 21, pp. 140 –152.
- Parunak, H. Van Dyke, and Brueckner, S. (2000). Ant-like missionaries and cannibals: synthetic pheromones for distributed motion control. In: *Proceedings of the International Conference on Autonomous Agents*, Agents 2000, Barcelona, Spain. ACM, pp., 467 – 474.
- Raiffa, H. (1982). *The art and science of negotiation*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Raiffa, H. (1996). *Lectures on negotiation analysis*. PON Books, Harvard Law School, 1996.
- Rosenschein, J.S., and Zlotkin, G., (1994), *Rules of Encounter: Designing Conventions for Automated Negotiation among Computers*. The MIT Press, Cambridge, MA, 1994.
- Russel, S.J., and Norvik, P. (1995). *Artificial Intelligence: a modern approach*. Prentice-Hall, Inc.

- Tesfatsion, L. (2002). Agent-based computational economics: growing economies from the bottom-up. In: *Artificial Life*, Volume 8, Number 1, pp. 55 – 82. MIT Press.
- Vuurpijl, L. G., Schomaker, L. R. B., & Van Erp, M. (2002). Architectures for detecting and solving conflicts: two-stage classification and support vector classifiers. In: *International journal on document analysis and recognition*, 5 (4 [Spec Issue on Multiple Classifier Systems]), pp. 213 – 223.
- Wegner, D.M. (2002), *The Illusion of the Conscious Will*. Bradford Books.